


Описаний вплив штучного освітлення на організм людини. З позицій напруженості зорового аналізатора людини проаналізовані роботи на розподільному пристрої тягової підстанції, що виконуються обслуговуючим персоналом. Наведена розроблена методика вирішення завдання з проектування системи штучного рівномірного освітлення для виробничого приміщення тягової підстанції, в якому розташований розподільний пристрій. Методика розрахунку розроблена з позицій забезпечення ефективного й економічного використання електричної енергії.


УДК 685.382

Я.О. Сєріков,
канд. техн. наук
Оробінська К.Є.,
студ.
Харківська національна академія
міського господарства

МЕТОДИКА ПРОЕКТУВАННЯ СИСТЕМИ ШТУЧНОГО ОСВІТЛЕННЯ ВИРОБНИЧОГО ПРИМІЩЕННЯ РОЗПОДІЛЬНОГО ПРИСТРОЮ ТЯГОВОЇ ПІДСТАНЦІЇ

Одним з важливих факторів виробничого середовища, який сприяє зниженню рівня виробничого травматизму і професійних захворювань, підвищенню продуктивності праці є забезпечення сприятливих умов зорового сприйняття об'єктів на виробництві, створення раціональних параметрів штучного освітлення.

Це відноситься також і до виробничого приміщення тягової підстанції, у якому розміщений розподільчий пристрій РП – 600 В, тому що всі трудові процеси в ньому зв'язані з участю зорового аналізатора обслуговуючого персоналу.

Напруженість зорового аналізатора людини в цьому випадку залежить від розташування елементів автоматичних вимикачів, роз'єднувачів, індикаторів та шкал контрольних і вимірювальних приладів РП – 600 В стосовно розташування рівня ока людини на робочому місці. Велике значення має також колір фарбування самого виробничого приміщення, поверхонь обладнання, шкал, які безпосередньо чи побічно знаходяться в полі зору працюючого [1].

На ступінь напруженості зорових робіт впливає також висота і місце розташування шкал вимірювальних приладів, колірних індикаторів, світлових сигналізаторів режимів роботи устаткування – елементів світлової і знакової інформації стану вузлів та елементів розподільного пристрою РП – 600 В тягової підстанції.

Через перенапруження і швидке стомлення зорового аналізатора людини внаслідок недостатньої освітленості, виникає зниження продуктивності праці, вона негативно позначається на загальному фізичному стані людини і на її психічному самопочутті.

Літературні дані показують, що шкідлива як недостатня, так і надмірна освітленість робочої зони. Так, з підвищенням освітленості до нормативного значення продуктивність праці збільшується на 10...25 %, тоді як подальше збільшення освітленості призводить до швидкої стомлюваності працюючого, зниження продуктивності праці [1].

Практичний досвід та наукові дослідження показують, що у забезпеченні нормального виробничого процесу, виключенні професійної захворюваності працюючих, погіршенні зору, велику роль відіграє і якість освітлення. При чому, найбільш якісним являється освітлення лампами накаливання. В цьому разі продуктивність праці зі збільшенням освітленості робочої зони до нормативної величини зростає на 12...13 %.

При застосуванні люмінесцентного освітлення цей показник є нижчим – 11 %.

Враховуючи важливість фактора освітленості робочої зони, важливою задачею в плані забезпечення охорони праці обслуговуючого персоналу, є розрахунок та проектування системи штучного освітлення виробничого приміщення розподільного пристрою РП – 600 В. При чому, при проектуванні системи освітлення необхідно враховувати особливості приміщення, періодичну присутність обслуговуючого персоналу та необхідність ефективного використання електричної енергії. В літературі описання методики такого розрахунку відсутнє.

Як приклад наведемо проектування системи рівномірного штучного освітлення для трьохагрегатної тягової підстанції, в якій це приміщення знаходиться на 2-му поверсі.

Вирішення задачі визначення параметрів світлотехнічної установки для конкретного виробничого приміщення полягає у розрахунку необхідного світлового потоку ламп, що буде забезпечувати нормовану освітленість. Далі виконується вибір типу і потужності ламп, підбір необхідного типу світильників та визначення раціональних місць їхньої установки. Подальшим етапом являється перевірка економічності вибраних світлових приладів. Для цього дані світлового потоку однієї лампи, отримані в результаті розрахунку, порівнюють з величиною світлового потоку, що утвориться обраними світловими приладами [3, 4]. При цьому необхідно забезпечення виконання наступної умови:

$$10 \% < F_{\phi} < 20 \%,$$

де F_{ϕ} – фактична величина світлового потоку, що виходить при використанні обраних світлових приладів; 10 %, 20 % – відхилення фактичної величини світлового потоку (F_{ϕ}) від розрахункового значення (F_p).

Алгоритм розрахунку параметрів системи штучного рівномірного освітлення виробничого приміщення РП – 600 В тягової підстанції наведений на рис. 1 [2, 3].

Споживана потужність проектованої світлотехнічної установки розраховується за наступною формулою:

$$P_y = n * P_{\text{л}},$$

де n – кількість ламп у світлотехнічній установці, шт.; $P_{\text{л}}$ – потужність однієї лампи, Вт.

Особливістю проектування світлотехнічної установки 2-го поверху тягової підстанції, де розташоване основне обладнання РП – 600 В, є те, що це виробниче приміщення обслуговується періодично, так як на підстанції не передбачається постійне перебування персоналу. У зв'язку з цим у ньому необхідно запроектувати три незалежні системи освітлення в плані забезпечення нормованого рівня штучної освітленості:

– чергову систему освітлення. Ця система освітлення повинна працювати постійно і забезпечувати можливість нагляду персоналу за обладнанням в момент приїзду на тягову підстанцію для обслуговування чи ремонту пристроїв РП – 600 В;

– робочу систему освітлення для виконання робіт з обслуговування обладнання РП – 600 В. Ця система освітлення повинна забезпечувати виконання робіт з обслуговування автоматичних вимикачів, роз'єднувачів, шин, ізоляторів, зняття даних зі шкал контрольно-вимірювальної апаратури, нагляд за роботою устаткування РП – 600 В тягової підстанції;

– аварійну систему освітлення, яка повинна забезпечувати протікання виробничого процесу в випадку порушення живлення робочої системи освітлення для виконання робіт з обслуговування обладнання РП – 600 В.

Проаналізуємо характер виконуваних зорових робіт і визначимо нормовану освітленість для виділених типових систем освітлення у приміщенні другого поверху тягової підстанції.

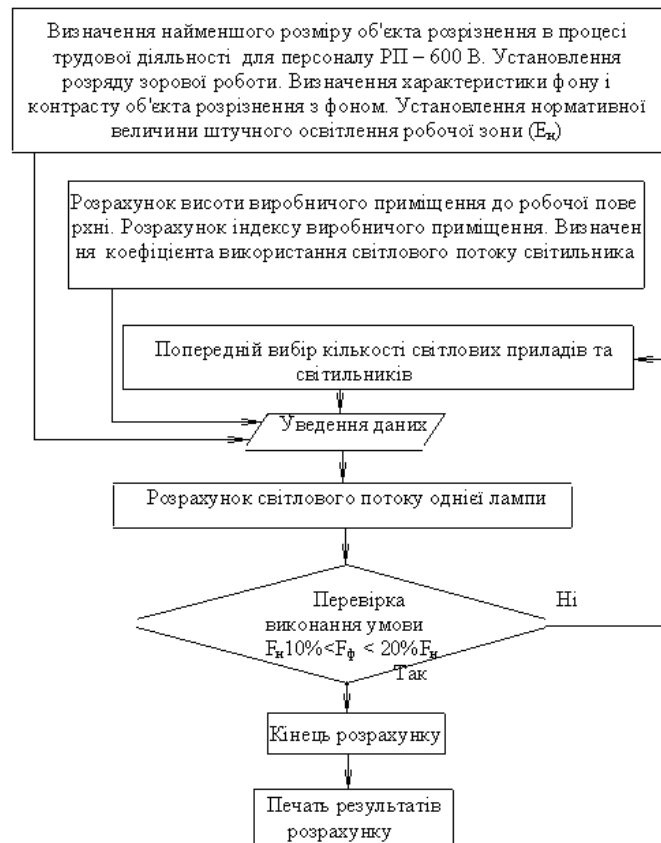


Рис. 1 - Алгоритм розрахунку параметрів системи штучного рівномірного освітлення виробничого приміщення РП – 600 В тягової підстанції

Згідно рекомендацій нормативно-технічної документації, нормативне освітлення чергової системи освітлення при використанні ламп накаливання повинно становити $E_{н1} = 5$ лк.

У зв'язку з тим, що на тяговій підстанції не передбачається постійне перебування персоналу, у її виробничих приміщеннях не запроектовано постійну систему опалення. Тому в якості джерел цієї системи освітлення використовуємо лампи накаливання.

Проаналізуємо ступінь точності зорових робіт при обслуговуванні обладнання РП – 600 В. Спостереження за роботою і станом устаткування відноситься до робіт, що характеризуються VIII розрядом зорових робіт. У цьому розряді характеристика фону і контрасту об'єкта розрізнення з фоном не враховуються. Нормована освітленість для таких робіт встановлена в розмірі $E_{н2} = 75$ лк. З огляду на рекомендації, встановлюємо $E_{н2} = 100$ лк [4]. Роботи зі зняття показань контрольно-вимірювальних приладів на тяговій підстанції відносяться до IV розряду зорових робіт. Приймаючи до уваги колір фарбування шкал вимірювальних приладів можна установити, що контраст об'єкта розрізнення з фоном у цьому випадку буде “середній”, а характеристика фону – “світлий”. Таке сполучення цих допоміжних характеристик указує на підрозряд “Г” зорових робіт. Таким чином, ці роботи повинні забезпечуватися нормованою освітленістю $E_{н3} = 200$ лк. Так як роботи з обслуговування обладнання і зняття показань контрольно-вимірювальних приладів на тяговій підстанції виконуються практично одночасно, то вирішуємо установити одну систему рівномірного штучного освітлення, яка буде забезпечувати освітленість робочої зони з $E_3 = 200$ лк. Живлення цієї системи освітлення передбачаємо від трансформатора власних потреб тягової підстанції.

Так як тягова підстанція відноситься до споживачів електричної енергії першої

категорії, то вона повинна бути забезпечена системою аварійного освітлення. Згідно [4], нормована освітленість такої системи повинна бути не менше, ніж 50 % від основної, тобто $E_{н4} = 100$ лк. Живлення цієї системи освітлення передбачаємо від міської мережі електропостачання.

Таким чином слідує, що у виробничому приміщенні РП – 600 В необхідно установити наступні роздільні системи загального штучного рівномірного освітлення:

- систему освітлення, що забезпечує освітленість $E_{н1} = 5$ лк. Ця система освітлення включається постійно на час відсутності персоналу;

- систему освітлення, що повинна включатися періодично на час обслуговування, ремонту та зняття показань контрольно-вимірювальних приладів. Ця система освітлення повинна забезпечувати освітленість $E_{н3} = 200$ лк.

- система аварійного освітлення, що включається при виході з ладу системи живлення тягової підстанції на час проведення ремонтних робіт. Нормативна освітленість цієї системи – $E_{н4} = 100$ лк.

Для установки ламп у проєктованих системах освітлення вибираємо світильник типу “Куля” молочного скла, що рекомендується для освітлення виробничих приміщень розглянутого типу.

Для виконання ремонтних робіт у затінених місцях обладнання РП – 600 В передбачаємо місця підключення додаткових переносних світильників типу БП62-У з напругою живлення 24 В.

Виконаємо розрахунок перерахованих систем штучного освітлення, використовуючи отримані вихідні дані.

Розрахунок систем освітлення виконуємо методом коефіцієнта використання світлового потоку за наступною формулою:

$$n = \frac{E_n * S_p * k * Z}{\eta * F}, \quad (1)$$

де n – кількість ламп системи освітлення, шт; E_n – нормована освітленість, лк; S_p – площа виробничого приміщення, м²; k – коефіцієнт запасу; Z – коефіцієнт рівномірності світлового потоку; η – коефіцієнт використання світильника; F – світловий потік однієї лампи, лм.

Для розрахунку вказаних систем штучного освітлення визначаємо коефіцієнт використання світлового потоку η . Для цього визначимо коефіцієнти відбиття стелі ρ_n , стін ρ_c і підлоги $\rho_{пола}$, а також розрахуємо індекс приміщення. Виробниче приміщення другого поверху тягової підстанції має побілену стелю, світлі бетонні стіни, затемнену робочу поверхню. Більшість поверхонь стін заслоняється встановленим устаткуванням підстанції.

У зв'язку з цим визначаємо наступні коефіцієнти відбиття:

$$\rho_n = 70\%,$$

$$\rho_c = 50\%,$$

$$\rho_{пола} = 10\%.$$

Для розрахунку індексу приміщення необхідні його геометричні розміри, висота робочої поверхні та висота підвісу світильника.

Мінімальна висота до робочої поверхні в приміщеннях, де розміщене обладнання РП – 600 В складає $H_p = 0,5$ м; довжина – $A = 15$ м; ширина – $B = 5,5$ м; висота $H = 4$ м. Висота звисання світильника складає $h_c = 0,5$ м.

Розрахуємо індекс виробничого приміщення РП – 600 В за наступною форму-

лою:

$$I = A \cdot B / (h_p \cdot (A + B)). \quad (2)$$

Визначаємо висоту підвісу світильників над робочою площиною:

$$\begin{aligned} h_p &= H - H_p - h_c, \\ h_p &= 4 - 0,5 - 0,5 = 3 \text{ м.} \\ I &= 15 \cdot 5,5 / 3(15 + 5,5) = 1,34. \end{aligned} \quad (3)$$

Згідно даних нормативних документів, з урахуванням коефіцієнтів відбиття, встановлюємо коефіцієнт використання світлового потоку $\eta = 0,35$.

Користуючись рекомендаціями, встановлюємо коефіцієнт запасу рівним $k = 1,3$, а коефіцієнт рівномірності світлового потоку - $Z = 1,15$.

Розрахунок необхідної кількості ламп для забезпечення освітлення виробничого приміщення РП – 600 В при відсутності персоналу виконаний з застосуванням програмно-орієнтованого комплексу EUREKA на ПК “PENTIUM”.

Згідно розрахунку для забезпечення освітленості $E_{н1} = 5$ лк необхідно установити 4 світильники “Куля” з лампами накаливання типу Б 220-235-60, потужністю 60 Вт і світловим потоком $\Phi_{л} = 550$ лм.

Відхилення розрахункової освітленості ($E_{ф}$) від нормативної ($E_{н1}$) складає - 9,5%.

Розрахуємо систему робочого рівномірного освітлення, що включається періодично при проведенні робіт на обладнанні РП – 600 В і яка повинна забезпечувати освітленість $E_{н3} = 200$ лк.

Вихідні дані для розрахунку приймаємо аналогічно вищенаведеному розрахунку. Розрахунок також виконаний з застосуванням програмно-орієнтованого комплексу EUREKA на ПК “PENTIUM”.

Згідно розрахунку в цьому разі для забезпечення освітленості $E_{н3} = 200$ лк необхідно установити 24 світильника з лампами накаливання типу Б 220-200, що мають світловий потік $\Phi_{л} = 2920$ лм. В цьому разі відхилення розрахункової освітленості ($E_{ф}$) від нормативної ($E_{н3}$) складає + 0,56 %.

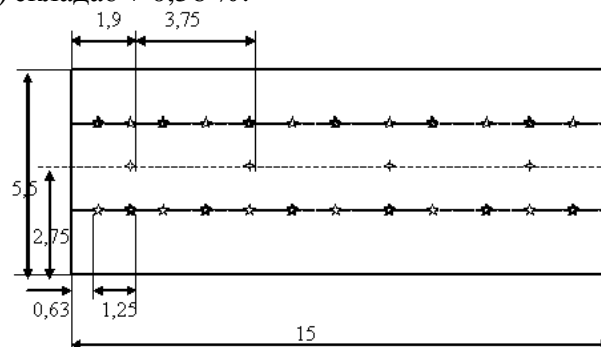


Рис. 2 - Схематичне зображення систем штучного освітлення виробничого приміщення другого поверху тягової підстанції:

- ★ - світильники системи робочого освітлення;
- ★ - світильники системи чергового освітлення;
- + - світильники системи аварійного освітлення

Виконаємо розрахунок аварійної систем штучного рівномірного освітлення виробничого приміщення другого поверху тягової підстанції виробничого приміщення другого поверху тягової підстанції де встановлене РП – 600 В. Результати розрахунку цієї системи освітлення також виконані на ПК “PENTIUM”. Для цієї системи освітлен-

ня необхідно установити 12 світильників з лампами накаливання типу Б 220-200, що мають світловий потік $\Phi_{\text{л}} = 2920$ лм. В цьому разі відхилення розрахункової освітленості ($E_{\text{ф}}$) від нормативної ($E_{\text{н3}}$) складає $+ 0,56 \%$. Для цієї системи освітлення використовуємо частину світильників основної, з живленням їх від окремого джерела (система електропостачання міста). Відхилення розрахункової освітленості ($E_{\text{ф}}$) від нормативної ($E_{\text{н4}}$) складає $+ 0,58 \%$.

План розміщення світильників чергової, основної і аварійної систем освітлення виробничого приміщення другого поверху тягової підстанції, на якому розміщене обладнання РП – 600 В, представлений на рис. 2.

Розроблений підхід до проектування систем освітлення виробничих приміщень тягових підстанцій дає змогу забезпечити комфортні умови праці персоналу з забезпеченням надійності та ефективного використання електричної енергії.

Пропонована методика розрахунку може бути поширена на аналогічні виробничі приміщення, що характеризуються періодичною присутністю персоналу.

Література

1. Серіков Я.О. Безпека життєдіяльності. – Навч. посібник для студентів вищих закладів освіти. – Харків, ХНАМГ, 2005.
2. Серіков Я.О. Основи охорони праці. Електронний навч. посібник. 2008.
3. Серіков Я.О. Основи охорони праці. Навч. посібник для студентів вищих навчальних закладів. – Харків, ХНАМГ, 2007.
4. ДБН В.2.5-28-2006. Инженерное оборудование зданий и сооружений. Естественное и искусственное освещение.

МЕТОДИКА ПРОЕКТИРОВАНИЯ СИСТЕМ ИСКУССТВЕННОГО ОСВЕЩЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ПОМЕЩЕНИЯ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОГО УСТРОЙСТВА ТЯГОВОЙ ПОДСТАНЦИИ

Я.А. Сериков, К.Е. Оробинская

Описано влияние искусственного освещения на организм человека. С позиций напряженности зрительного анализатора человека проанализированы работы на распределительном устройстве тяговой подстанции, которые выполняются обслуживающим персоналом. Приведена разработанная методика решения задачи по проектированию системы искусственного равномерного освещения для производственного помещения тяговой подстанции, в котором расположено распределительное устройство. Методика расчета разработана исходя из позиций обеспечения эффективного и экономичного использования электрической энергии.

THE DESIGN PROCEDURE OF SYSTEMS OF ARTIFICIAL ILLUMINATION IN THE INDUSTRIAL PREMISE OF THE SWITCHING CENTRE OF THE TRACKING SUBSTATION

Y. Serikov, K. Orobinskay

Influence of artificial illumination on an organism of the person Is described. From positions of intensity of the visual analyzer of the person works on the switching centre of traction substation which are carried out by the attendants are analysed. The developed technique of the decision of a problem on designing system of artificial uniform illumination for an industrial premise of traction substation in which the switching centre is located is resulted. The design procedure is developed proceeding from positions of maintenance of effective and economic use of electric energy.